

Análise Econômica

EFICIÊNCIA NA GESTÃO DO TRANSPORTE PÚBLICO:
LIÇÕES PARA O PLANEJAMENTO INSTITUCIONAL

BRENO SAMPAIO, OSWALDO LIMA NETO E YONY SAMPAIO

OS EFEITOS DO LIVRE COMÉRCIO SOBRE O MERCADO
DE GRÃOS NO BRASIL

AUGUSTO MUSSI ALVIM E PAULO DABDAB WAQUIL

A NON-PARAMETRIC TEST OF THE SOLOW-SWAN
GROWTH MODEL

ADALMIR MARQUETTI

INCERTEZA E MOEDA PRIVADA: UMA VISÃO DA
PROPOSTA DE HAYEK

EDUARDO ANGELI

IMPACTOS MACROECONÔMICOS NA VARIAÇÃO
REGIONAL DA OFERTA DE CRÉDITO

ANDERSON TADEU MARQUES CAVALCANTE, MARCO CROCCO E
MATEUS LAGE ALVES DE BRITO

ANALISANDO A MODERNIZAÇÃO DA AGROPECUÁRIA
GAÚCHA: UMA APLICAÇÃO DE ANÁLISE FATORIAL E
CLUSTER

CLAILTON ATAÍDES DE FREITAS, MARLON VIDAL PAZ E DANIELI
SCALCON NICOLA

OS BANCOS NACIONAIS FACE À INTERNACIONALIZAÇÃO
DO SISTEMA BANCÁRIO BRASILEIRO

GENTIL CORAZZA E RECI OLIVEIRA

PRECARIZAÇÃO DO MERCADO DE TRABALHO NO
BRASIL: UM ESTUDO DA REGIÃO METROPOLITANA DE
PORTO ALEGRE

MÍRIAM DE TONI

CHINA: ANÁLISE DA INSERÇÃO COMPETITIVA DE UM
MODELO SOCIALISTA ASSOCIADO A MECANISMOS DE
MERCADO

MARIA FERNANDA F. G. PADILHA E JOÃO POLICARPO
RODRIGUES LIMA

Ano **25**

Nº **47**

Março, 2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
GRANDE DO SUL**

Reitor: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Diretor: Prof. Gentil Corazza

**CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS
ECONÔMICAS**

Diretor: Prof. Lovois de Andrade Miguel

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS
ECONÔMICAS**

Chefe: Prof. Eduardo Ernesto Filippi

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS
CONTÁBEIS E ATUARIAIS**

Chefe: Prof. Ceno Odilo Kops

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECONOMIA**

Coordenador: Prof. Fernando Ferrari Filho

**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO RURAL**

Coordenador: Prof. Paulo Dabdab Waquil

CONSELHO EDITORIAL: André Moreira Cunha (UFRGS), Carlos G. A. Mielitz Netto (UFRGS), Carlos Henrique Horn (UFRGS), Eduardo A. Maldonado Filho (UFRGS), Eleutério F. S. Prado (USP), Eugênio Lagemann (UFRGS), Fernando Cardim de Carvalho (UFRJ), Fernando Ferrari Filho (UFRGS), Fernando de Holanda Barbosa (FGV/RJ), Flávio Augusto Ziegelman (UFRGS), Flávio Vasconcellos Comim (UFRGS), Gentil Corazza (UFRGS), Giacomo Balbinotto Netto (UFRGS), Gustavo Franco (PUC/RJ), Hélio Henkin (UFRGS), Jan A. Kregel (UNCTAD), João Rogério Sanson (UFSC), Joaquim Pinto de Andrade (UnB), Júlio César Oliveira (UFRGS), Luiz Estrella Faria (UFRGS), Luis Paulo Ferreira Nogueiról (UFRGS), Marcelo S. Portugal (UFRGS), Maria Alice Lahorgue (UFRGS), Octávio Augusto Camargo Conceição (UFRGS), Paul Davidson (University of Tennessee), Paulo D. Waquil (UFRGS), Pedro C. D. Fonseca

(UFRGS), Philip Arestis (University of Cambridge), Ricardo Dathein (UFRGS), Ronald Otto Hillbrecht (UFRGS), Sabino da Silva Porto Jr. (UFRGS), Sérgio M. M. Monteiro (UFRGS), Stefano Florissi (UFRGS) e Werner Baer (University of Illinois at Urbana - Champaign).

COMISSÃO EDITORIAL: Eduardo Augusto Maldonado Filho, Fernando Ferrari Filho, Hélio Henkin, Marcelo Savino Portugal, Paulo Dabdab Waquil. e Sérgio Marley Modesto Monteiro.

EDITOR: Sérgio Marley Modesto Monteiro

EDITOR ADJUNTO: Hélio Henkin

SECRETÁRIO: Emerson Douglas Neves

REVISÃO DE TEXTOS: Vanete Ricacheski

EDITORAÇÃO: Núcleo de Editoração e Criação da Gráfica da UFRGS - Gabriela Wolfenbüttel, Mayara Marcanzoni Bortolotto e Rodrigo Barbosa Pinto.

FUNDADOR: Prof. Antônio Carlos Santos Rosa
Os materiais publicados na revista *Análise Econômica* são da exclusiva responsabilidade dos autores. É permitida a reprodução total ou parcial dos trabalhos, desde que seja citada a fonte. Aceita-se permuta com revistas congêneres. Aceitam-se, também, livros para divulgação, elaboração de resenhas e resenhas. Toda correspondência, material para publicação (vide normas na terceira capa), assinaturas e permutas devem ser dirigidos ao seguinte destinatário:

Prof. Sérgio Marley Modesto Monteiro

REVISTA ANÁLISE ECONÔMICA - Av. João Pessoa, 52

CEP 90040-000 PORTO ALEGRE - RS, BRASIL

Telefones: (051) 3308 3513 / 3308 4164

Fax: (051) 3308-3990

Email: rae@vortex.ufrgs.br

Assinatura revista *Análise Econômica*: R\$50,00
A assinatura anual dá direito a 2 números da revista

Análise Econômica

Ano 25, n° 47, março, 2007 - Porto Alegre
Faculdade de Ciências Econômicas, UFRGS, 2007

Periodicidade semestral, março e setembro.
ISSN 0102-9924

1. Teoria Econômica - Desenvolvimento Regional -
Economia Agrícola - Pesquisa Teórica e Aplicada -
Periódicos. I. Brasil.
Faculdade de Ciências Econômicas,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CDD 330.05
CDU 33 (81) (05)

Analizando a modernização da agropecuária gaúcha: uma aplicação de análise fatorial e *cluster*

Clailton Ataídes de Freitas*

Marlon Vidal Paz**

Danieli Scalcon Nicola***

Resumo: O processo de modernização da agricultura brasileira até a abertura da economia, a partir de 1990, teve forte participação do Estado através das políticas agrícolas. Contudo, nem todas as regiões foram beneficiadas de forma homogênea com o grande avanço tecnológico observado na agropecuária brasileira. O tratamento formal dos dados, com o objetivo de caracterizar o processo de modernização agropecuária do Rio Grande do Sul, através de duas ferramentas da estatística multivariada, evidenciou que os municípios de maior nível de desenvolvimento tecnológico na agricultura gaúcha foram aqueles vinculados à utilização da irrigação associada com o uso intensivo da mão-de-obra. Ao passo que os municípios de agricultura tecnologicamente menos desenvolvida são aqueles que utilizam a mão-de-obra de forma mais extensiva e baixa intensidade do uso de adubos, corretivos e assistência técnica.

Palavras-chave: indicadores de modernização agropecuária, Rio Grande do Sul, análise de *cluster*.

Abstract: The Brazilian agriculture modernization process, up to the opening of the economy since 1990, had a strong State participation through agricultural policies. However, not all the regions were benefited homogeneously with the great technological advancement observed in the Brazilian agriculture. The formal analysis of data, aiming to characterize the Rio Grande do Sul agriculture modernization process, through two tools of multivariate statistics highlighted that the most technological developed counties in Rio Grande do Sul agriculture were those associated to using irrigation and intensive workmanship. On the other hand, the counties with the least technological developed agriculture were those that used extensive workmanship and low intensity of fertilizers, correctives and technical assistance.

Keywords: agriculture modernization indexes, Rio Grande do Sul, cluster analysis.

JEL Classification: N50.

* Prof. Adjunto do Departamento de Economia da UFSM e do Mestrado em Integração Latino-Americana. Email: caf@ccsh.ufsm.br

** Graduando em Ciências Econômicas pela UFSM. Email: marlonvidal@mail.ufsm.br

*** Graduanda em Ciências Econômicas pela UFSM. Email: daniscalcon@mail.ufsm.br

Recebido em agosto de 2006. Aceito em abril de 2007.

Introdução

O objetivo do presente estudo é caracterizar o processo de modernização agropecuária do Estado do Rio Grande do Sul, a partir de um conjunto de indicadores que a literatura especializada considera relevante para tal propósito.

A partir de meados da década de 1960 e durante a década de 1970, o setor agropecuário brasileiro, e da mesma forma o gaúcho, adentra em uma fase de modernização. Fase esta que, de acordo com Souza e Lima (2003), obteve

(...) no crédito rural subsidiado um de seus principais indutores, esse processo (modernização) resultou em grandes alterações na forma de produzir e nas relações deste setor com os demais segmentos da economia, promovendo as transformações de base técnica, com o incremento do uso de diversas inovações tecnológicas, como a mecanização e o emprego de diversos insumos industrializados.

O papel desempenhado pela política de crédito rural também é salientado no estudo de Freitas e Bacha (2002) que, segundo os autores, teve os recursos emprestados via sistema nacional de crédito rural utilizados na aquisição de máquinas e insumos modernos, que foi o principal instrumento de política agrícola ao longo das décadas de 1960 e 1970 bem como no início dos anos 1980.

Na década de 1970, o novo padrão em que se baseava a expansão agrícola teve a mecanização, principalmente através do emprego de tratores, e a quimificação, via utilização de fertilizantes e defensivos, como fatores fundamentais do processo de produção (HOFFMANN e KAGEYAMA, 1985). Esses equipamentos e insumos eram destinados principalmente à produção agropecuária voltada ao mercado externo.

A produção de soja no Rio Grande do Sul foi uma das atividades que se baseou neste novo padrão, pois, segundo Silva Filho, Frascaroli e Maia (2005), o Estado foi o pioneiro no cultivo de soja voltada à exportação.

Da mesma forma, segundo Buainain (1997) *apud* Souza e Lima (2003), o período entre meados da década de 1960 e fim da década de 1970 caracterizou-se pela intervenção estatal planejada, com o intuito de aumentar a oferta agropecuária, expandir e diversificar as exportações.

Tendo em vista que as políticas adotadas pelo governo acabavam por beneficiar de maneira mais direta as culturas voltadas ao mercado externo em detrimento das com ênfase no mercado interno, a primeira apresenta crescimento em seu nível de produção bem acima do alcançado pela segunda (FREITAS e BACHA, 2002).

O fato de as políticas privilegiarem as culturas de exportação ressalta uma outra característica do processo de modernização do setor agropecuário brasileiro: a heterogeneidade na aplicação das políticas de incentivo a este processo. Diferenciação esta levada a cabo tanto no que compete ao tipo de cultura, ao tamanho da propriedade quanto à região do país onde a mesma está inserida.

Neste sentido, Silva *et al.* (1983) *apud* Souza e Lima (2003) ressaltam que:

O padrão implantado direcionou-se basicamente para a expansão do complexo agroindustrial e não foi absorvido completamente pelos pequenos produtores, os quais como resultado, se mantêm defasados em relação às unidades modernizadas. Nesse processo teve importância o crédito rural subsidiado, cujos benefícios foram maiores para a Região Centro-Sul do que para a Norte-Nordeste, favorecendo essencialmente os produtores modernos e utilizadores de tecnologias mais avançadas, além de privilegiar os grandes produtores em detrimento dos pequenos.

De acordo com Freitas e Bacha (2002), a distribuição de crédito no Brasil, em nível regional, foi altamente concentrada nas Regiões Sul e Sudeste e em menor escala na Região Centro-Oeste. Porém, como se pode constatar no trabalho dos autores acima citados, destas Regiões apenas a Sul, da qual faz parte o Rio Grande do Sul, teve participação no produto agropecuário brasileiro superior a sua participação no crédito rural, mostrando assim que esta região respondeu aos incentivos recebidos.

Na primeira metade da década de 1980, o processo de modernização da agropecuária continuou, porém em uma escala mais lenta, se comparada à década anterior. Este fato é confirmado pela baixa quantidade de novas unidades de tratores adquiridas e o pequeno crescimento na área de lavouras, tendo estabilizado abaixo de 15% a proporção da área cultivada com lavouras em relação ao total de área explorada no Brasil, o que demonstra a redução no impulso de expansão da fronteira agrícola. Soma-se, a isso, o também pequeno crescimento do rebanho bovino e da área de pastagens (GRAZIANO DA SILVA, 1996).

Há quatro razões básicas para este desaquecimento do ritmo de modernização da agricultura brasileira, segundo Graziano da Silva (1996): primeiro, a recessão que se abateu sobre a economia brasileira como um todo a partir do final da década de 1970; segundo, a redução explícita dos incentivos creditícios à modernização, traduzida não apenas pela eliminação das taxas de juros reais negativos do crédito rural, mas principalmente pela redução drástica dos recursos para os financiamentos

agropecuários, especialmente os investimentos; terceiro, o caráter profundamente desigual e excludente do processo de modernização da agricultura brasileira, pois, como a Região Centro-Sul atingiu os níveis absolutos mais elevados deste processo, o ritmo de crescimento tende a ser menor; e por último, a mudança no padrão de modernização da agricultura que está se gestando em âmbito mundial.

Em relação a este último item, o autor ressalta o fato de os anos 1980 mostrarem que a agricultura dos países desenvolvidos passou a incorporar de forma crescente as chamadas novas tecnologias, quais sejam, a informática, a microeletrônica e as biotecnologias. Isso fez com que não houvesse crescimento considerável em termos numéricos do parque de máquinas, mas que as “novas” máquinas e equipamentos incorporassem novos componentes, como a microeletrônica, que melhoram a performance (...) bem como permitem automatizar algumas operações. (...) Da mesma forma, o consumo de químicos chega até mesmo a se reduzir quando da introdução dos “novos seres vivos”, filhos da engenharia genética, os quais têm menor necessidade de defensivos e/ou maior resposta aos fertilizantes.

Sob o contexto da abertura comercial, que expôs a economia brasileira à concorrência dos produtores internacionais, o estudo de Gasques e Bastos (2003) revela que, no período de 1990 a 2001, o crescimento do produto na agropecuária ocorreu, assim como na década anterior, predominantemente pelo aumento da produtividade da terra. Esse fato relaciona-se principalmente ao aumento da utilização de insumos, especialmente fertilizantes e defensivos, aos resultados da pesquisa agrônômica e às mudanças na composição do conjunto de produtos que compõem o valor total da produção.

Ainda segundo Gasques e Bastos (2003), no período de 1997 a 2001, a produtividade da terra passou a apresentar um comportamento diferenciado, pois o principal condicionante do crescimento do produto real passou a ser a relação área/homem, que pode ser tomada como uma variável relacionada à mecanização. Tal relação se dá porque a mecanização torna o trabalho intensivo. Para esse comportamento diferenciado devem ter contribuído o aumento dos recursos do crédito de investimento, o programa de Modernização das Frotas de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras (Moderfrota) e o aumento da disponibilidade de recursos próprios dos agricultores. Outros condicionantes que afetaram o crescimento da agricultura nos últimos anos foram o comportamento dos preços agrícolas e da política cambial.

A retomada da importância do crédito de investimento é um fato recente da política de crédito rural do país, o qual ficou praticamente

esgotado durante os anos 1980 e em parte dos anos 1990, quando as taxas de inflação eram extremamente elevadas (GASQUES e BASTOS, 2003).

O presente estudo tem a agropecuária do Rio Grande do Sul como foco, visto ter sido este Estado um dos grandes beneficiários das políticas de modernização e, somando-se a isto, o fato de o mesmo desempenhar papel extremamente relevante no contexto produtivo do setor agropecuário, sendo conhecido como celeiro agrícola nacional.

Conforme já salientado, o Rio Grande do Sul foi altamente beneficiado pelas políticas de modernização. Porém os reflexos dessa não se distribuíram espacialmente de forma homogênea, sendo seletiva e regionalizada. Neste sentido, Alves (1988), Passos e Kahan (1988) e Seabra (1989) *apud* Waquil (1991) citam que o uso de capital, insumos e técnicas modernas, bem como da distribuição de crédito rural se deu de forma diferenciada, dado sua ligação com as diferentes estruturas produtivas das regiões. Assim, a agricultura de cada região tomou diferentes rumos, o que acarretou diferentes padrões de crescimento inter-regionais.

Desta forma, pretende-se com este estudo identificar e caracterizar os municípios do Estado do Rio Grande do Sul no que tange ao grau de modernização do seu setor agropecuário. Vale-se, para isto, da análise fatorial e de *clusters*, baseado em um conjunto de indicadores que a literatura sobre modernização agropecuária considera relevante para a explicação desta, e que permitam a constituição de grupos homogêneos de municípios. De modo específico, pretende-se estratificar os municípios em agrupamentos homogêneos, identificar as variáveis mais relevantes para cada grupo, hierarquizando-os quanto ao grau de modernização agropecuária e, também, identificar o potencial de desenvolvimento destes. Para isso, divide-se este estudo em quatro partes, sendo a primeira delas esta introdução, seguida pela metodologia, a terceira parte trata da análise dos resultados e finaliza-se com a conclusão.

1 Metodologia

1.1 Análise fatorial

Para a caracterização de uma realidade específica podem-se agrupar as variáveis que estão mais diretamente correlacionadas. A técnica de agrupamento de variáveis é conhecida como análise fatorial. Assim, a análise fatorial expressa o comportamento de um número relativamente grande de variáveis elencadas em termos de um número relativamente pequeno de variáveis latentes, ou fatores. Essas variáveis, em termos econômicos, estão de alguma maneira correlacionadas.

A este respeito Gontijo e Aguirre (1988) destacam três objetivos da análise fatorial: i) obter o menor número de variáveis a partir do material original e reproduzir toda a informação de forma resumida; ii) obter os fatores que reproduzam um padrão separado de relações entre as variáveis;¹ iii) interpretar de forma lógica o padrão de relações entre as variáveis.

O presente trabalho recorre a uma das ferramentas da estatística multivariada, a análise fatorial (*factory analysis*) que permite, em primeiro lugar, explicar de maneira funcional as relações mais importantes entre as variáveis e, em segundo lugar, interpretar as relações que surgem, especificamente, em cada fator.

A análise fatorial, conforme ressaltado por Gontijo e Aguirre (1988), pressupõe a existência de certos fatores causais gerais que originam as correlações observadas entre as variáveis. Assim, considerando que muitas relações entre as variáveis são, provavelmente, derivadas desses mesmos fatores causais gerais, o número de fatores tenderá a ser menor que o número de variáveis.

Nesta perspectiva, a análise fatorial pode ser criticada em um ponto: ao selecionar as relações mais importantes, ajuda a interpretar as relações que surgem de cada fator separado. Como as escolhas e as interpretações são, em maior ou menor medida, subjetivas, não se pode assegurar que essas relações sejam as únicas e verdadeiras. Apesar dessa crítica, o método da análise fatorial é uma ferramenta importante para a definição de um padrão de relações específico.

Com base em Hoffmann (1999) e Gontijo e Aguirre (1988), apresenta-se o modelo básico de análise fatorial que será usado no presente estudo. É próprio nesse modelo cada variável observada x_i representar uma combinação linear dos n componentes principais. Assim, cada uma das i -ésimas variáveis é uma combinação de m (sendo $m < n$) fatores comuns e de um fator específico. Portanto, considerando a i -ésima variável, pode-se representar matematicamente o modelo de análise fatorial como:

$$x_{ij} = a_{i1} f_{1j} + a_{i2} f_{2j} + \hat{e} + a_{im} f_{mj} + u_i y_{ij} \quad (1)$$

onde f_{pj} representa o valor do p -ésimo fator comum para a j -ésima observação; a_{ip} (com $p = 1, \dots, m$), com m representando os fatores comuns; e u_i são coeficientes e y_{ij} representa o valor do i -ésimo fator específico para a j -ésima observação.

No modelo de análise fatorial pressupõe-se a condição de ortogonalidade, isto é, cada um dos fatores específicos y_i é ortogonal

¹ O fator é gerado por meio de transformações lineares das variáveis em estudo.

com todos os m fatores comuns.² Além disso, pressupõe-se, também, que todos os fatores têm média zero e os respectivos vetores no espaço L -dimensional têm módulo igual a 1, ou seja:

$$\begin{cases} \sum_j f_{pj} = \sum_j y_{ij} = 0 \\ \sum_j f_{pj}^2 = \sum_j y_{ij}^2 = 1 \end{cases} \quad (2)$$

com $p=1,\dots,m$ e $i = 1,\dots,n$.

Em notação matricial a Equação (1) poderá ser representada por:

$$X = AF + UY \quad (3)$$

Sendo a matriz $X_{n \times L}$, $A_{n \times m}$, $F_{m \times L}$, $Y_{n \times L}$ e U a matriz diagonal. Onde n indica o número de variáveis, L é o número de observações de cada uma dessas variáveis; m representa os fatores comuns.

Considerando as condições impostas pelo sistema de Equações (2) e a ortogonalidade entre os n -ésimos fatores específicos e os m -ésimos fatores comuns, resulta em:

$$YY' = I_n \text{ e } FF' = I_m \quad (4)$$

$$FY' = 0 \quad (5)$$

sendo 0 uma matriz $m \times n$ de zeros.

Considerando que a matriz de correlação R é dada por XX' , e com base nas Equações (3), (4), pode-se definir nova formulação matemática para R , isto é:

$$R = AA' + UU' \quad (6)$$

Um elemento da diagonal de R pode ser representado como:

$$1 = \sum_{j=1}^L x_{ij}^2 = \sum_{p=1}^m a_{ip}^2 + u_i^2 \quad (7)$$

Na análise fatorial os elementos da diagonal principal da matriz R , representado pelo último membro da Equação (7), são denominados de comunalidade da variável. Comunalidade significa o quanto da variância é explicado pelos fatores comuns. Matematicamente ela é definida por:

$$h_i^2 = \sum_{p=1}^m a_{ip}^2 \quad (8)$$

² A condição de ortogonalidade admite que os fatores comuns não são correlacionados entre si.

o u_i^2 é a proporção da variância da i -ésima variável devida ao fator específico, e é denominada especificidade (*uniqueness*) da variável.

Procedendo a multiplicação de ambos os membros da Equação (1) por f_{pj} , somando em relação a j e admitindo a ortogonalidade entre os fatores comuns e específicos e com módulo igual a 1, tem-se em notação matricial:

$$XF' = A \quad (9)$$

A matriz A , denominada de estrutura de fatores, é constituída pelos coeficientes de correlação da i -ésima variável com cada um dos m fatores comuns. Os coeficientes da matriz A , a_{ip} são denominados de cargas fatoriais (*factor loadings*).

A questão que se depara no estágio atual do desenvolvimento do trabalho é a seguinte: que métodos poderão ser utilizados para efetuar a análise fatorial. Hoffmann (1999) sugere o método de máxima verossimilhança, desde que se pressupõe que os fatores tenham distribuição normal; o método dos fatores principais e método dos componentes principais.³

No método dos fatores principais, os m fatores comuns correspondem às m maiores raízes características da matriz R^* , obtidas a partir da substituição dos elementos da diagonal principal por estimativas das communalidades das n variáveis. Esse método pode ser aplicado de forma interativa percorrendo os seguintes passos: i) deve-se calcular as communalidades e colocar esses valores na matriz R ; ii) novamente as communalidades são calculadas e inseridas na matriz R ; iii) repete-se o passo anterior até que as communalidades possam ser consideradas desprezíveis.

O mais simples dos métodos utilizado na análise fatorial é o dos componentes principais. O procedimento é simples: de posse da matriz R , toma-se como fatores comuns os m componentes principais dessa matriz.

Com o propósito de obter uma estrutura de fatores mais simplificada e facilitar a interpretação dos fatores, é recomendável fazer a rotação dos eixos dos fatores, mantendo a ortogonalidade. Esse recurso irá gerar uma nova matriz de coeficiente de fatores $n \times m$ (cada coluna dessa matriz aproxima-se de 0 ou 1). Com a rotação dos eixos cada um dos novos fatores deverá apresentar correlação, relativamente, forte com uma

³ Mais informações sobre os métodos da análise fatorial, segundo Hoffmann (1999) poderão ser encontradas em: HARMAN, H. H. *Modern factor analysis*. 3. ed. The University of Chicago Press e JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied multivariate statistical analysis*. Prentice Hall.

ou mais variáveis e correlação, relativamente, fraca com as demais variáveis.

Conforme salienta Hoffmann (1999), o VARIMAX é um dos critérios mais usados nos estudos de análise fatorial envolvendo a transformação ortogonal (T). A seguir procede-se o desenvolvimento algébrico para obter-se a matriz de estrutura de fatores com a transformação ortogonal. Admitindo que:

$$TT' = I_m \quad (10)$$

Considerando a matriz de correlações entre as variáveis, Equação (3), sem os fatores singulares e a Equação (10), tem-se:

$$X = ATT'F \quad (11)$$

Representando os produtos

$$T'F = Q \text{ e } AT = B \quad (12)$$

onde Q gera uma nova matriz dos fatores e B uma nova matriz $n \times m$ de cargas fatoriais.

Cabe ressaltar que essa rotação não altera a comunalidade das variáveis. A partir da Equação (6) e com algumas operações matriciais envolvendo a Equação (12), obtém-se:

$$R = BB' + U^2 \quad (13)$$

Ao pós-multiplicar ambos os membros da Equação (9) por T e considerar os produtos dado em (12) e, ainda, após a transformação ortogonal, tem-se a equação matricial constituída pelos coeficientes de correlação da i -ésima variável com cada um dos m fatores comuns, isto é:

$$XQ' = B \quad (14)$$

O que mostra que os elementos de B são, após a rotação, os coeficientes de correlação entre as variáveis x_i e os fatores.

Obtidas as cargas fatoriais, o passo seguinte constitui na determinação dos escores fatoriais,⁴ ou seja, do valor dos fatores obtidos para cada município do Estado do Rio Grande do Sul.

⁴ Os escores fatoriais são gerados de forma interativa nos programas de estatística multivariada através da opção Método Bartlett.

1.2 Teste de adequacidade amostral

O teste *Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy* (KMO) permite verificar a consistência dos dados originais, ao comparar as magnitudes dos coeficientes de correlação " r_{ij} " observados com relação aos coeficientes de correlação parcial " a_{ij} ". Sua formulação pode ser expressa por:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} r^2 = j}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2} \quad (15)$$

É desejável que o valor do índice KMO seja o mais próximo de 1. Isto quer dizer que o somatório dos coeficientes de correlação parcial entre as variáveis deve ser pequeno quando comparado ao somatório dos coeficientes de correlação observados. Seus valores críticos, segundo Kaiser (1974) *apud* Pereira (1999), são os seguintes: valores na casa dos 0,90: adequação ótima dos dados à análise fatorial; valores na casa dos 0,80: adequação boa dos dados à análise fatorial; valores na casa dos 0,70: adequação razoável dos dados à análise fatorial; valores na casa dos 0,60: adequação medíocre dos dados à análise fatorial; valores na casa dos 0,50 ou menores: adequação imprópria dos dados à análise fatorial.

Ainda, segundo esse autor, um outro teste que precede a análise fatorial com vistas à verificação de suas premissas é o *Bartlett Test of Sphericity* (BTS). Conforme Zambrano e Lima (2004), esse serve para testar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. Em essa hipótese não sendo rejeitada, o uso do modelo de análise fatorial deve ser reavaliado.

1.3 Análise de *clusters*⁵

A análise de *clusters* é uma técnica usada para agrupar as observações em uma matriz de dados (observações e variáveis) sob estudo em grupos discretos. Assim como a análise fatorial evidencia os vínculos entre as variáveis, agrupando-as com base em suas correlações, a análise de cluster põe em evidência os vínculos entre as observações, agrupando-as com base em sua semelhança. Desta forma, as observações são agrupadas conforme a proximidade entre elas. Primeiro, constituem um grupo inicial as duas mais próximas e, em seguida, verifica-se qual observação se localiza mais próxima ao centro deste primeiro grupo⁶

⁵ Baseado em Zambrano e Lima (2004) e Pereira (1999).

⁶ Na verdade não necessariamente ao centro – diferentes métodos podem ser escolhidos.

constituído, formando-se, a partir disso, um novo grupo e, assim, sucessivamente, até que todas as observações em estudo estejam reunidas no grupo total de todos os objetos estudados.

Esta proximidade, ou seja, a distância pode ser medida de diversas formas, sendo aqui adotada a Distância Euclidiana Quadrada, que é expressa pela soma dos quadrados das diferenças dos valores de todas as variáveis. A fórmula generalizada da distância entre a observação k e a observação l , num espaço n -dimensional, é dada por:

$$D_{k,l}^2 = \sum_{i=1}^n (x_{i,k} - x_{i,l})^2 \quad (16)$$

Tendo todas as variáveis o mesmo peso, conseqüentemente a função distância foi limitada entre 0 (maior similaridade) e 1 (menor similaridade).

Os métodos existentes para agrupar as observações são divididos em duas vertentes, os métodos hierárquicos e os métodos não-hierárquicos. Neste trabalho, o método utilizado para agrupar as observações em subconjuntos foi o de variância mínima, ou método de Wards (aglomerativo e hierárquico de ligação simples), o qual exige, como medida de semelhança entre as observações, o quadrado da distância euclidiana.

Para realizar a análise de *clusters*, foram empregados os valores encontrados para os escores fatoriais, que são os valores dos fatores obtidos para cada município do Estado.

Tendo em vista a inexistência de critérios preestabelecidos para a determinação do número de agrupamentos a serem considerados, faz-se necessária a avaliação crítica dos pesquisadores para cada caso em particular.

Uma vez definidos os grupos, foram calculados os escores fatoriais médios e o nível tecnológico de cada grupo, sendo os escores médios calculados por meio da soma do escore de cada município, ponderado pela sua participação no valor total da produção agropecuária do grupo no qual ele está inserido. Este procedimento pode ser representado pela seguinte equação:

$$\bar{F}'_{k,i} = \sum f_{kj} \left(\frac{VPA_j}{VPA_k} \right) \quad (17)$$

onde: \bar{F}' representa o valor do escore fatorial médio, f são os escores fatoriais obtidos diretamente através da análise fatorial, k o fator, i o município, j o grupo e VPA é o valor da produção agropecuária.

Para obter a posição relativa dos grupos formados no que se refere ao nível tecnológico empregado na agropecuária, deve ser calculado o índice bruto e relativo do grupo.⁷ O primeiro é dado pela média aritmética dos escores fatoriais médios encontrados para este; já o segundo pode ser extraído diretamente a partir do primeiro. Para isso, deve-se assumir como igual a 100 o maior valor desse índice bruto e 0 seu menor valor, e os valores intermediários são obtidos através de interpolação. Assim é possível classificar os grupos quanto ao nível tecnológico, ou o grau de modernização, através desses índices.

De acordo com Ferreira Júnior, Baptista e Lima (2004), a análise dos fatores deve ser feita levando em conta que seus escores originais, quando consideradas todas as observações simultaneamente, são variáveis com média zero e desvio padrão igual a 1. Pode-se, assim, interpretar que os escores fatoriais médios próximos a zero indicam nível médio de tecnologia, ou de médio potencial de desenvolvimento. Quanto maior em relação a zero for o escore fatorial médio, mais elevado o potencial de desenvolvimento do grupo em questão.

Entende-se por potencial de desenvolvimento do grupo as vantagens comparativas da agropecuária de cada município pertencente a este, sejam elas naturais ou adquiridas através da incorporação do progresso tecnológico ao longo do período analisado. Esse potencial de desenvolvimento é diagnosticado através da presença de fortes correlações entre os grupos de municípios e os fatores, já que o último é constituído pelos indicadores, os quais permitem sustentar em longo prazo o desenvolvimento agropecuário dos municípios que compõem cada grupo.

Para obtenção do potencial de desenvolvimento, utilizou-se metodologia semelhante à adotada por Perobelli (1999),⁸ a qual é dada pela magnitude do índice na base 100, sendo divididos em sete categorias de acordo com os seguintes critérios: na primeira estão presentes os grupos que superam a média em 1,5 desvios-padrão ou mais; na segunda, os grupos que se situam no intervalo entre 1 desvio e o limite inferior da primeira; a terceira supera a média entre 0,5 e 1 desvio-padrão; a quarta está no intervalo entre a média e o limite inferior da terceira; na quinta, os grupos que se situam no intervalo entre o limite inferior da quarta e que ficam aquém da média em até 0,5 desvio-padrão; a sexta fica abaixo da média entre 0,5 e 1 desvio-padrão; na sétima, estão presentes os grupos que ficam aquém da média em 1 desvio-padrão ou mais; sendo denominados, respectivamente, de Potencial de

⁷ Técnica também utilizada por Ferreira Junior, Baptista e Lima (2004).

⁸ A diferença reside no método de obtenção da quinta, sexta e sétima categorias.

Desenvolvimento Muitíssimo Alto (PDMMA), Potencial de Desenvolvimento Muito Alto (PDMA), Potencial de Desenvolvimento Alto (PDA), Potencial de Desenvolvimento Médio (PDM), Potencial de Desenvolvimento Baixo (PDB), Potencial de Desenvolvimento Muito Baixo (PDMB) e Potencial de Desenvolvimento Muitíssimo Baixo (PDMMB).

1.4 Variáveis e fonte dos dados

A base de dados utilizada neste trabalho foi coletada em sua totalidade junto ao Censo Agropecuário do Estado do Rio Grande do Sul 1995-96, disponível no endereço eletrônico do IBGE, tratando-se assim de dados do tipo *cross section*. Os municípios utilizados para análise foram aqueles cujas informações estavam disponíveis no censo em questão, totalizando 427 municípios.

Visando à construção de indicadores, as variáveis coletadas são expressas em relação à área explorada (AE), equivalente-homem (EH) e total de estabelecimentos (TE). A escolha destas teve por base os diversos trabalhos que abordam a modernização agropecuária, tanto em seu aspecto relacionado à produtividade dos fatores, quanto na intensidade do uso de tecnologias modernas (maquinaria, irrigação, assistência técnica, uso de fertilizantes, etc.).

O conceito de área explorada, de acordo com Ferreira Junior, Baptista e Lima (2004), refere-se à soma das áreas com lavouras permanentes e temporárias, pastagens plantadas, matas plantadas, áreas com pastagens naturais e matas naturais.

Já o conceito de equivalente-homem refere-se à homogeneização do trabalho de homens, mulheres e crianças e foi obtido empregando-se a metodologia proposta por Silva e Kageyama (1983).

Sendo assim, os indicadores utilizados neste estudo que procuram refletir os aspectos ligados à modernização da agricultura dos municípios gaúchos, são os seguintes: X01 – número de tratores/AE; X02 – número de tratores/EH; X03 – número de estabelecimentos com controle de praga e doenças/AE; X04 – número de estabelecimentos que aplicam adubos e corretivos/TE; X05 – número de estabelecimentos com eletricidade/TE; X06 – área irrigada/AE; X07 – equivalente-homem/AE; X08 – número de estabelecimentos com assistência técnica/AE; X09 valor de investimentos/AE; X10 – valor de investimentos/EH; X11 – valor da produção/AE; X12 – valor da produção/EH; X13 – despesas/AE; X14 – despesas/EH; X15 – número de estabelecimentos com controle de praga e doenças/EH; X16 – número de estabelecimentos com assistência técnica/EH; X17 – área irrigada/EH e X18 – área irrigada/TE.

2 Análise dos resultados

2.1 Determinação do número de fatores

Conforme pode ser visualizado pela Tabela 1, o valor obtido para o KMO de 0,7 indica que os dados originais são consistentes. O teste de esfericidade de Bartlett apresentou valor elevado, mostrando-se altamente significativo a 1% ($p < 1\%$), desta forma é improvável que a matriz de correlação seja uma matriz identidade, isto é, as variáveis não são correlacionadas, rejeitando-se, deste modo, a hipótese nula do teste. Sendo assim, os testes estatísticos realizados permitem concluir que o conjunto de dados que compõem a amostra utilizada são adequados ao emprego da análise fatorial.

Tabela 1. Testes de KMO e BTS

KMO	0,70087
Teste de esfericidade de Bartlett	10815,079

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Pela Tabela 2, pode-se observar que a análise fatorial aplicada resultou na identificação de cinco fatores com raiz característica maior que a unidade, sendo que os fatores em conjunto explicam 82% da variância total das variáveis utilizadas.

Tabela 2. Valores das raízes características e percentagem da variância total explicada pelos cinco primeiros fatores identificados na análise fatorial

Fator	Raiz Característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	6,21035	34,5	34,5
2	4,60724	25,6	60,1
3	1,64744	9,2	69,3
4	1,27905	7,1	76,4
5	1,00986	5,6	82,0

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Tendo em vista a existência de diferentes critérios para estabelecer o número de fatores principais que devem ser extraídos, opta-se neste estudo pela inclusão apenas dos componentes que conseguem sintetizar uma variância acumulada em torno de 70%.⁹ Sendo assim, utilizam-se os quatro primeiros fatores que, conjuntamente, explicam 76,4% da variância total das variáveis analisadas, conforme se pode verificar na última coluna da Tabela 2.

Na Tabela 3 estão apresentadas as cargas fatoriais, ou os coeficientes de correlação entre os fatores e cada um dos 18 indicadores e as comunalidades. Para facilitar a visualização das correlações mais expressivas (acima de 0,7) entre a carga fatorial (F) e o indicador, essas são destacadas em negrito.¹⁰

Tabela 3. Cargas fatoriais após a rotação ortogonal e comunalidades, obtidas na análise fatorial dos indicadores de modernização da agricultura dos municípios gaúchos.

Indicadores	Cargas fatoriais				Comunalidades
	F1	F2	F3	F4	
X01	0,64262	0,03301	-0,02426	0,21783	0,41464
X02	-0,04948	<i>0,80226</i>	0,16162	0,18144	0,67219
X03	<i>0,73584</i>	-0,59823	-0,05594	0,26480	0,90247
X04	0,56551	0,14641	-0,47729	<i>0,70386</i>	0,56905
X05	<i>0,69063</i>	0,07780	-,011229	0,47035	0,49564
X06	0,07229	0,15527	<i>0,72620</i>	-0,17572	0,55670
X07	<i>0,74930</i>	-0,61246	0,02955	0,17325	0,93742
X08	<i>0,82034</i>	-0,26455	-0,18598	0,59773	0,77753
X09	<i>0,79358</i>	0,10600	-0,03639	0,10577	0,64233
X10	-0,00931	<i>0,76448</i>	0,17180	-0,10183	0,61403
X11	<i>0,92204</i>	-0,02802	0,08177	0,21946	0,85763

⁹ Ver Vincini (2005).

¹⁰ O valor de 0,7 é arbitrado de forma subjetiva, como expressão de forte associação entre o fator e o indicador.

X12	0,17637	0,81500	0,40393	0,13324	0,85849
X13	0,83464	0,09440	0,15447	0,11478	0,72939
X14	0,24724	0,76840	0,45113	0,08155	0,85508
X15	-0,00456	-0,21531	-0,56796	0,28067	0,36896
X16	0,54345	0,27368	-0,48538	0,87635	0,60584
X17	-0,16352	0,45384	0,76759	-0,3742	0,82191
X18	-0,12877	0,44513	0,75565	0,01347	0,78573

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Os valores encontrados para as comunalidades, que demonstram a capacidade explicativa conjunta dos quatro fatores em relação a cada indicador, mostram que praticamente todos os fatores têm a sua variabilidade significativamente captada e representada pelos fatores. Sendo que X05, apesar de apresentar comunalidade inferior a 50%, está forte¹¹ e positivamente associado ao primeiro fator, resultado que vai ao encontro das expectativas deste trabalho.

O primeiro fator (F1) pode ser caracterizado como intensidade do uso da terra, já que se encontra forte e positivamente correlacionado com os indicadores X03 (Número de estabelecimentos com controle de pragas e doenças/AE), X07 (EH/AE), X08 (Número de estabelecimentos com assistência técnica/AE), X09 (Valor de investimentos/AE), X11 (Valor da produção/AE) e X13 (Despesas/AE), que expressam as variáveis em relação à área explorada. Além disso, o F1 se encontra forte e positivamente correlacionado com o indicador X05 (Número de estabelecimentos com eletricidade/TE), que expressa a variável em relação ao total de estabelecimentos. Sendo assim, conforme já ressaltado, F1 representa a “intensidade de exploração da terra”.

O segundo fator (F2) associa-se forte e positivamente com os indicadores X02 (Número de tratores/EH), X10 (Valor de investimentos/EH), X12 (Valor da produção/EH) e X14 (Despesas/EH), que expressam as variáveis em relação ao equivalente-homem. Sendo assim, F2 passa a ser denominado “intensidade da relação capital/trabalho”.

O fator 3 apresenta correlação positiva e forte com os indicadores X06 (Área irrigada/AE), X17 (Área irrigada/EH) e X18 (Área irrigada/TE). Dessa forma, o fator 3 é interpretado como medida do uso de irrigação, sendo doravante denominado “intensidade do uso de área irrigada”.

¹¹ O valor obtido é muito próximo ao estabelecido como valor crítico, sendo assim é considerado como fortemente associado ao primeiro fator e, deste modo, incluído na análise.

O fator 4 está representado pela utilização de adubos e corretivos bem como de assistência técnica. Uma vez que se correlaciona positiva e fortemente com as variáveis X04 (Número de estabelecimentos que aplicam adubos e corretivos/TE) e X16 (Número de estabelecimentos com assistência técnica/EH), é chamado de “intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica”.

Obtidas as cargas fatoriais, o passo seguinte constitui na determinação dos escores fatoriais, ou seja, do valor dos fatores obtidos para cada município do Estado do Rio Grande do Sul, escores estes que serão utilizados para agrupar os municípios em grupos homogêneos e para calcular os escores fatoriais médios destes grupos.

2.1 Determinação do número de agrupamentos (*Clusters*)

Tendo em vista que, como já frisado na metodologia, não existe um critério preestabelecido para a determinação do número de agrupamentos a serem considerados, optou-se por considerar o maior número destes fornecidos pela análise de *clusters*. Desta maneira, ao manter as peculiaridades próprias de cada agrupamento e preservar o maior grau de homogeneidade dentro destes, obteve-se dezenove grupos¹² distintos de municípios homogêneos.

De posse das informações sobre os grupos, utilizou-se a Equação 17 para calcular os escores médios, dos quais se deriva o índice bruto, índice relativo e potencial de desenvolvimento, cujos resultados, assim como a participação de cada grupo no valor bruto da produção agropecuária (VBPA) do Estado, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4.¹³ Classificação relativa em ordem decrescente do nível tecnológico. Escores fatoriais médios, potencial de desenvolvimento e participação percentual no valor bruto da produção agropecuária para os 19 grupos de municípios homogêneos do estado do Rio Grande do Sul

Grupo (j)	Escores fatoriais médios				Índice bruto	Índice relativo	Potencial de desenvolvimento	% do VBPA do Estado
	\bar{F}_1	\bar{F}_2	\bar{F}_3	\bar{F}_4				
1	-0,445	2,309	5,179	-0,174	1,717	100	PDMMA	4,36
2	5,564	3,545	-0,190	-2,211	1,677	98,22	PDMMA	0,88
3	2,722	-1,986	5,507	0,035	1,570	93,48	PDMMA	0,03

¹² No Anexo 1 pode-se consultar os municípios que integram cada grupo.

¹³ No Apêndice.

4	3,580	1,460	-0,604	-0,454	0,995	67,95	PDA	3,38
5	-0,604	1,289	3,245	-0,579	0,838	60,99	PDA	5,29
6	1,850	0,008	-0,119	0,833	0,643	52,33	PDM	3,71
7	0,905	1,682	-0,762	0,580	0,601	50,47	PDM	2,59
8	0,326	-0,552	0,947	1,636	0,589	49,93	PDM	2,84
9	-0,754	2,036	-0,483	0,882	0,420	42,43	PDM	4,86
10	1,489	0,379	-0,483	-0,298	0,272	35,86	PDB	2,72
11	-0,602	1,169	0,890	-0,511	0,236	34,27	PDB	9,24
12	-0,520	0,717	-0,501	0,839	0,134	29,74	PDB	9,36
13	0,308	0,070	-0,198	0,282	0,116	28,94	PDB	5,75
14	-0,151	-0,654	-0,032	0,624	-0,053	21,44	PDMB	14,84
15	-0,798	0,244	-0,337	-0,322	-0,303	10,34	PDMB	11,71
16	0,271	-1,133	-0,015	-0,413	-0,322	9,50	PDMMB	2,95
17	-0,474	0,924	-0,336	-1,750	-0,409	5,64	PDMMB	8,49
18	-0,402	-0,504	-0,251	-0,911	-0,526	0,44	PDMMB	4,89
19	0,221	-1,356	0,231	-1,239	-0,536	0	PDMMB	2,11

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

De acordo com esta tabela, o grupo 01 responde por 4,36% do valor da produção agropecuária do Estado. Este grupo apresenta o índice bruto na magnitude de 1,717, caracterizando-se assim como sendo o de maior nível tecnológico, deste modo, portanto, imputa-se a ele o índice tecnológico igual a 100. O escore fatorial médio que representa a intensidade do uso de área irrigada (\bar{F}'_3), juntamente com o que representa a intensidade da relação capital/trabalho (\bar{F}'_2), foi decisivo para que este grupo obtivesse o índice bruto bem acima da média¹⁴ estadual, visto que os escores fatoriais médios associados à intensidade de exploração terra (\bar{F}'_1) e intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica (\bar{F}'_4) apresentaram valores ligeiramente abaixo dessa média.

O grupo 02 responde por 0,88% do valor da produção agropecuária do Estado. De acordo com a Tabela 4, pode-se constatar que os escores fatoriais médios deste grupo, no que se refere à intensidade de exploração da terra (F'_1) e intensidade da relação capital/trabalho (F'_2),

¹⁴ O conceito de média aqui adotado, o qual já foi descrito no item análise de clusters da metodologia, é o mesmo utilizado por Ferreira Junior, Baptista e Lima (2004).

apresentam valores bem acima da média estadual. Porém, os escores fatoriais médios que representam a intensidade do uso de área irrigada (\bar{F}_3) e a intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica (\bar{F}_4) apresentam valores abaixo da média estadual, com este último apresentando-se abaixo desta média em uma magnitude considerável. Desta forma, este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi apenas 1,78%¹⁵ menor que o nível verificado no grupo 01, ficou na segunda colocação.

Já o grupo 03, apesar de ser responsável por apenas 0,03% do valor da produção agropecuária gaúcha, ocupa a terceira colocação quanto ao nível tecnológico. Fica atrás aproximadamente 6,52% do nível verificado para o grupo 01, dado que apresenta valores positivos e elevados para os escores fatoriais médios que representam a intensidade de exploração da terra (\bar{F}_1), intensidade do uso de área irrigada (\bar{F}_3) e ligeiramente acima da média para o que representa a intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica (\bar{F}_4). Já o escore fatorial médio associado à intensidade da relação capital/trabalho (\bar{F}_2) ficou consideravelmente abaixo da média estadual.

O grupo 04, responsável por 3,38% do valor da produção agropecuária do Estado, caracteriza-se por apresentar valores bem acima da média estadual para os escores fatoriais médios \bar{F}_1 e \bar{F}_2 e ligeiramente abaixo da média para os escores \bar{F}_3 e \bar{F}_4 . Desta forma, este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 32,05% menor que o nível verificado no grupo 01, fica na quarta colocação.

O grupo 05, embora tenha apresentado valores abaixo da média estadual para os escores fatoriais médios \bar{F}_1 e \bar{F}_4 , destacou-se por ter apresentado valores bem acima da média no que se refere à intensidade da relação capital/trabalho (\bar{F}_2) e intensidade do uso de área irrigada (\bar{F}_3). Desta forma, este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 39,01% menor que o nível verificado no grupo 01, ficou na quinta colocação, com participação de 5,29% no valor da produção agropecuária do Estado.

O grupo 06, responsável por 3,71% do valor da produção agropecuária do Estado, caracterizou-se por ter apresentado valor alto e positivo para o escore fatorial médio \bar{F}_1 e valor relativamente alto para \bar{F}_4 . Para o escore \bar{F}_2 , o valor aproxima-se do valor médio, e para o escore \bar{F}_3 o valor obtido é baixo e negativo. Desta forma, este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 47,67% inferior ao nível verificado no grupo 01, ocupa a sexta colocação.

Para o grupo 07, que perfaz 2,59% do valor da produção agropecuária do Estado, os valores positivos para os escores fatoriais

¹⁵ Refere-se à diferença entre o índice na base 100 do primeiro grupo e o do grupo analisado.

médios \bar{F}_1 e \bar{F}_4 , da mesma forma positivo, porém alto, para o escore \bar{F}_2 e abaixo da média para o fator \bar{F}_3 , fizeram com que, quanto ao nível tecnológico, que foi 49,53% menor que o nível verificado para o grupo 01, este grupo ocupasse a sétima colocação.

O grupo 08 caracterizou-se por apresentar, para o escore médio \bar{F}_4 , valor positivo e elevado, e para os escores \bar{F}_1 e \bar{F}_3 , valores acima da média. Já o fator \bar{F}_2 não conseguiu se sobressair quanto a este referencial. Desta forma, este grupo, que responde por 2,84% do valor da produção agropecuária do Estado, quanto ao nível tecnológico, que foi 50,07% menor que o nível verificado no grupo 01, ficou na oitava colocação.

O grupo 09, que contribui com 4,86% do valor total da produção agropecuária do Estado, caracterizou-se por apresentar, para o escore fatorial médio \bar{F}_2 , valor positivo e elevado, e para o escore \bar{F}_4 , valor positivo. Para os escores \bar{F}_1 e \bar{F}_3 , os valores obtidos apresentaram-se abaixo da média. Desta forma, este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 57,57% menor que o nível verificado no grupo 01, ficou na nona colocação.

Respondendo por 2,72% do valor da produção agropecuária do Estado, o grupo 10 apresentou, para os escores fatoriais \bar{F}_1 e \bar{F}_2 , valores acima da média, sendo que, para o primeiro, este valor foi elevado, já para os escores fatoriais médios \bar{F}_3 e \bar{F}_4 este valor é negativo. Desta forma, este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 64,14% menor que o nível verificado no agrupamento 01, acabou ficando na décima colocação.

O grupo 11, cuja participação no valor da produção agropecuária do Estado é de 9,24%, apresentou valor positivo para o escore fatorial médio \bar{F}_3 , positivo e elevado para o escore \bar{F}_2 e negativo, ou seja, abaixo da média, para os fatores \bar{F}_1 e \bar{F}_4 . Desta forma, este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 65,73% menor que o nível verificado no grupo 01, acabou ficando na décima primeira colocação.

Apresentando os escores \bar{F}_1 e \bar{F}_3 com valores abaixo da média e os escores \bar{F}_2 e \bar{F}_4 acima desta, porém em nenhum dos casos com magnitude elevada, o grupo 12, que participa com 9,36% do valor total da produção agropecuária do Estado, ficou na décima segunda posição em relação ao nível tecnológico, que foi 70,26% inferior ao verificado para o grupo 01.

Com valores pouco superiores à média para os escores \bar{F}_1 , \bar{F}_2 e \bar{F}_4 , abaixo desta para o escore \bar{F}_3 e participação de 5,75% no valor total da produção agropecuária do Estado, o grupo 13 ocupa a décima terceira colocação quanto ao nível tecnológico, que foi 71,06% inferior ao nível verificado para o grupo 01.

Com participação de 14,84% no valor da produção agropecuária do Estado, o grupo 14 apresentou os escores \bar{F}_1 , \bar{F}_2 e \bar{F}_3 ligeiramente abaixo da média e o escore \bar{F}_4 acima desta. Assim, este grupo, quanto ao nível tecnológico, que foi 78,56% menor que o nível verificado para o grupo 01, acabou ficando na décima quarta colocação.

O grupo 15 responde por 11,71% do valor da produção agropecuária do Rio Grande do Sul e apresenta, para os escores fatoriais médios \bar{F}_1 , \bar{F}_3 e \bar{F}_4 , valores negativos. Já para o escore \bar{F}_2 , este valor é ligeiramente acima da média. Assim, este grupo ficou na décima quinta posição em relação ao nível tecnológico, que foi 89,66% inferior ao verificado para o grupo 01.

Respondendo por 2,95% do valor da produção agropecuária do Estado, o grupo 16 apresenta, para o escore \bar{F}_1 , valor ligeiramente acima da média, e para todos os demais escores fatoriais médios, abaixo deste valor médio. Desta forma, quanto ao nível tecnológico, que foi 90,50% menor que o nível verificado no grupo 01, este agrupamento ficou na décima sexta colocação.

O grupo 17 caracterizou-se por apresentar valores negativos para os escores fatoriais médios que representam a intensidade de exploração da terra (\bar{F}_1), a intensidade do uso de área irrigada (\bar{F}_3) e a intensidade de uso de adubos, corretivos e assistência técnica (\bar{F}_4), sendo a magnitude deste último elevada, já o escore \bar{F}_2 ficou acima da média estadual. Quanto ao nível tecnológico, que foi 94,36% menor que o verificado para o grupo 01, este agrupamento, que responde por 8,49% do valor da produção agropecuária do Estado, ocupa a décima sétima colocação.

O grupo 18, responsável por 4,89% do valor da produção agropecuária do Estado, caracterizou-se por ter apresentado valores abaixo da média para os quatro escores fatoriais médios considerados. Com isso, fica na décima oitava posição quanto ao nível tecnológico, que foi 99,56% inferior ao nível verificado para o grupo 01.

Já para o grupo 19, que participa com 2,11% do valor da produção agropecuária do Estado, percebe-se que os escores fatoriais médios deste agrupamento \bar{F}_1 e \bar{F}_3 apresentaram valores ligeiramente acima do referencial. Porém os escores \bar{F}_2 e \bar{F}_4 apresentaram valores negativos e elevados, o que levou este grupo a ocupar a última colocação quanto ao nível tecnológico, inferior em 100% ao nível verificado para o grupo 01.

Para simplificar os resultados da análise de *cluster*, pode-se dividir, em termos de nível tecnológico, os 19 grupos de municípios constituídos em três novos grandes agrupamentos, de acordo com o seu potencial de desenvolvimento.

No primeiro estão aqueles classificados como de potencial de desenvolvimento agropecuário muitíssimo alto, muito alto ou alto. Evidentemente os municípios pertencentes a esses agrupamentos apresentaram nível tecnológico acima da média do Estado, e são os pertencentes aos grupos 01, 02, 03, 04 e 05.

O segundo agrupamento ficou constituído pelos municípios que, em termos de modernização agropecuária, se encontram na média do Estado, sendo eles os pertencentes aos grupos 06, 07, 08 e 09.

No terceiro agrupamento estão os municípios com baixo, muito baixo ou muitíssimo baixo potencial de desenvolvimento agropecuário. Assim, este agrupamento é constituído pelos grupos de municípios 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

3 Conclusão

Na literatura especializada em modernização da agricultura são consideradas algumas variáveis, como o fluxo de investimento, o estoque de capital, a assistência técnica e manejo, que são fundamentais para aumento tanto da produtividade da terra quanto da mão-de-obra. No caso do uso da terra, associado ao primeiro fator, pode-se notar que este é formado pelas variáveis: número de estabelecimentos com eletricidade, número de estabelecimentos com controle de pragas e doenças, assistência técnica, investimentos, entre outras. Assim, é possível apontar que tais variáveis estão fortemente atreladas ao processo de modernização da agropecuária nos municípios do Rio Grande do Sul. No caso da produtividade da mão-de-obra, os resultados da análise fatorial mostraram que a mesma está relacionada ao Fator 2, o qual se associa positivamente com os indicadores número de tratores, valor de investimentos, valor da produção e despesas.

Ao comparar os fatores associados aos ganhos de produtividade da terra e do trabalho, pode-se notar que, praticamente, são constituídos pelas mesmas variáveis. Isso significa, por exemplo, que se houver incremento de investimento na melhoria do parque de máquinas e equipamentos e em maior apoio técnico, há indícios de que a produtividade do trabalho pode aumentar, pois remete ao entendimento de que a mão-de-obra foi utilizada de forma mais intensiva, fazendo aumentar a produção por unidade de trabalho, o mesmo raciocínio vale também para a terra.

Um outro fator positivo na explicação da modernização da agricultura gaúcha foi a irrigação, a qual está associada basicamente ao fator 3. A destinação das áreas irrigadas no Rio Grande do Sul, na quase totalidade, é para exploração da rizicultura. Assim, essa atividade pode ser caracterizada como moderna para os padrões do Estado.

Ao aplicar a técnica de *cluster*, obteve-se 19 grupos distintos de municípios, o que permite fazer um balanço geral em termos da modernização tecnológica. Pode-se dizer que 6,3% dos municípios, os quais são responsáveis por 13,94% do valor da produção, tem grande potencial de desenvolvimento agropecuário. Ao passo que 13,3% dos municípios, responsáveis por 14% do valor da produção agropecuária do Estado, apresentam potencial de desenvolvimento médio. Entretanto, mais da metade dos municípios, 80,3%, têm baixo, muito baixo ou muitíssimo baixo potencial de desenvolvimento e são responsáveis por 72,06% do valor da produção agropecuária do Rio Grande do Sul.

Frente a essa situação, se os *policy makers* desejam incrementar a modernização da agropecuária no Estado, não se pode esquecer de redesenhar programas de incentivo à agricultura que sejam adaptados à realidade da região, para que se consiga no médio e longo prazo reverter o quadro de pobreza rural, tão típico na imensa maioria desses municípios com nível de desenvolvimento tecnológico baixo, muito baixo ou muitíssimo baixo.

Referências

- FERREIRA JUNIOR, S.; BAPTISTA, A. J. M. S.; LIMA, J. E. A modernização agropecuária nas microrregiões do Estado de Minas Gerais. Brasília: *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, n.1, p. 73-89, jan./mar. 2004.
- FREITAS, C. A.; BACHA, C. J. C. Análise do crescimento desigual do setor agropecuário brasileiro em termos de produtos e Estados, período de 1970 a 1996. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 2002, Passo Fundo – RS. *Anais...* Brasília: SOBER, 2002. p. 211-221.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T. Crescimento da agricultura, Boletim de Conjuntura, Nota técnica, nº 60, IPEA, mar. 2003. Disponível em: <www.ipea.gov.br>. Acesso em: 03 de abril de 2006.
- GONTIJO, C.; AGUIRRE, A. Elementos para uma tipologia do uso do solo agrícola no Brasil: uma aplicação da Análise Fatorial. Rio de Janeiro: *Revista Brasileira de Economia*, v. 42, n. 1, p. 13-49. jan./mar. 1988.
- GRAZIANO DA SILVA, J. *A nova dinâmica da agricultura brasileira*. Campinas: UNICAMP, 1996.
- HOFFMANN, R. Componentes Principais e Análise Fatorial. Série Didática nº 90. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1999.
- HOFFMANN, R.; KAGEYAMA, A. A. Modernização da agricultura e distribuição de renda no Brasil. Rio de Janeiro: *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 15, n. 1, p. 171-208, abril de 1985.
- PEREIRA, J. C. R. *Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

PEROBELLI, F. S. (coord.) *Uma análise das potencialidades de desenvolvimento dos municípios da região de Juiz de Fora utilizando a análise fatorial*. Relatório final de pesquisa, Juiz de Fora, MG, mar. 1999.

SILVA FILHO, O. C. da; FRASCAROLI, B. F.; MAIA, S. F. Transmissão de preços no mercado internacional da soja: uma abordagem pelos modelos ARMAX e VAR. In: XXXIII Encontro Nacional de Economia – ANPEC Nacional, 2005, Natal – RN. Anais... Disponível em: <www.anpec.org.br>. Acesso em 03 de abril de 2006.

SILVA, J. G.; KAGEYAMA, A. A. Emprego e relações de trabalho na agricultura brasileira: uma análise dos dados censitários de 1960, 1970 e 1975. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, n. 13, v. 1, abr. de 1983.

SOUZA, P. M.; LIMA, J. E. Intensidade e dinâmica da modernização agrícola no Brasil e nas unidades da federação. Rio de Janeiro: *Revista Brasileira de Economia*, v. 57, n. 4, p. 795-824, out./dez. 2003.

VINCINI, L. Análise multivariada da teoria à prática. Caderno Didático. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. 215p.

WAQUIL, P. D. *A modernização da agricultura e as desigualdades regionais no Rio Grande do Sul*. Rio Grande do Sul: UFRGS, 1991. (Dissertação de mestrado).

ZAMBRANO, C.; LIMA, E. J. Análise estatística multivariada de dados sócio-econômicos. In: SANTOS, L. M. e VIEIRA, W. C. *Métodos quantitativos em economia*. Viçosa: UFV, 2004. 653p.

Anexos

- Compõem o grupo 01 os municípios de Arambaré, Itaqui, Palmares do Sul e Uruguaiana;
- Compõem o grupo 02 os municípios de Porto Alegre e Salvador do Sul;
- Compõem o grupo 03 os municípios de Canoas, Esteio e Imbé;
- Compõem o grupo 04 os municípios de Arroio do Meio, Capitão, Encantado, Garibaldi, Imigrante, Nova Bassano, Nova Bréscia e Tupandi;
- Compõem o grupo 05 os municípios de Arroio Grande, Barra do Ribeiro, Cacequi, Capão do Leão, Jaguarão, Minas do Leão, Mostardas, Santa Vitória do Palmar, São Borja e Tapes;
- Compõem o grupo 06 os municípios de Carlos Barbosa, Colinas, Cruzeiro do Sul, Dois Irmãos, Estrela, Farroupilha, Feliz, Lajeado, Nova Petrópolis, Picada Café, Santa Clara do Sul, Santa Maria do Herval, São Pedro da Serra, Santa Tereza, Teutônia, Travesseiro e Vale Real;
- Compõem o grupo 07 os municípios de Bom Retiro do Sul, Camargo, Casca, Estância Velha, Marau, Nova Araçá, Nova Roma do Sul, Paraí, Santo Antônio do Palma, Serafina Corrêa, Vila Flores e Vila Maria;
- Compõem o grupo 08 os municípios de Agudo, Bento Gonçalves, Bom Princípio, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Flores da Cunha, Harmonia, Ivoti, Mato Leitão, Nova Pádua, Paraíso do Sul, Paréci Novo, Restinga Seca, São João do Polêsine, São Sebastião do Caí, Sertão Santana e Silveira Martins;
- Compõem o grupo 09 os municípios de Carazinho, Coxilha, Cruz Alta, Fortaleza dos Valos, Ibirubá, Júlio de Castilhos, Não-Me-Toque, Pejuçara, Pontão, Santa Bárbara do Sul e Tapera;
- Compõem o grupo 10 os municípios de Anta Gorda, Barão, Dois Lajeados, Fagundes Varela, Nova Alvorada, Pouso Novo, Progresso, Relvado, Roca Sales, São Domingos do Sul, São Valentim do Sul, Sério e Terra de Areia;
- Compõem o grupo 11 os municípios de Alegrete, Cachoeira do Sul, Cachoeirinha, Camaquã, Charqueadas, Cidreira, Cristal, Dom Pedrito, Eldorado do Sul, Formigueiro, Guaíba, Nova Santa Rita, Pântano Grande, Rio Grande, São Gabriel, São Sepé, São Vicente do Sul e Viamão;
- Compõem o grupo 12 os municípios de Água Santa, Ajuricaba, Antônio Prado, Barra Funda, Campinas do Sul, Capela de Santana, Chapada, Chiapeta, Ciríaco, Colorado, Condor, Coqueiros do Sul, Erebangó, Erechim, Ernestina, Estação, Guabiju, Ibiaçá, Ipiranga do Sul, Ivorá, Jacutinga, Jóia, Lagoa dos Três Cantos, Mato Castelhano,

Nicolau Vergueiro, Nova Prata, Panambi, Passo Fundo, Protásio Alves, Quinze de Novembro, Ronda Alta, Saldanha Marinho, Salvador das Missões, Sananduva, Santo Antônio do Planalto, São José do Ouro, São Marcos, Sarandi, Selbach, Sertão, Tapejara, Tucunduva e Victor Graeff;

- Compõem o grupo 13 os municípios de Aratiba, Arvorezinha, Barão de Cotegipe, Barra do Rio Azul, Boqueirão do Leão, Caxias do Sul, Gaurama, Ilópolis, Montauri, Montenegro, Paim Filho, Poço das Antas, Santo Cristo, Santa Rosa, São Jorge, Severiano de Almeida, Três Arroios, União da Serra, Vanini, Veranópolis, Viadutos, Vista Alegre do Prata e Vista Gaúcha;

- Compõem o grupo 14 os municípios de Alto Alegre, Arroio do Tigre, Augusto Pestana, Barão do Triunfo, Boa Vista do Buricá, Cacique Doble, Caçara, Campina das Missões, Campo Bom, Candelária, Cândido Godói, Carlos Gomes, Centenário, Cerro Branco, Cerro Grande do Sul, Cerro Largo, Constantina, Coronel Barros, Cotiporã, Crissiumal, David Canabarro, Derrubadas, Doutor Maurício Cardoso, Engenho Velho, Entre Rios do Sul, Frederico Westphalen, General Câmara, Getúlio Vargas, Gramado, Gramado Xavier, Gravataí, Guarani das Missões, Horizontina, Humaitá, Ibarama, Ibiraiaras, Igrejinha, Ijuí, Independência, Lindolfo Collor, Linha Nova, Maquiné, Maratá, Monte Belo do Sul, Morro Redondo, Muçum, Nova Boa Vista, Nova Hartz, Nova Palma, Novo Hamburgo, Novo Machado, Passo do Sobrado, Pelotas, Ponte Preta, Portão, Porto Lucena, Porto Mauá, Presidente Lucena, Putinga, Rolante, Rondinha, Santa Cruz do Sul, Santo Expedito do Sul, São João da Urtiga, São José do Hortêncio, São José do Inhacorá, São Lourenço do Sul, São Martinho, São Pedro do Butiá, Sapiranga, Sede Nova, Sentinela do Sul, Sinimbu, Sobradinho, Taquaruçu do Sul, Três de Maio, Tuparendi, Vale do Sol, Venâncio Aires, Vera Cruz e Vista Alegre;

- Compõem o grupo 15 os municípios de Alvorada, Amaral Ferrador, Arroio do Sal, Arroio dos Ratos, Barracão, Barros Cassal, Boa Vista das Missões, Bom Jesus, Bossoroca, Caibaté, Campestre da Serra, Campo Novo, Campos Borges, Canela, Capão da Canoa, Caseiros, Catuípe, Charrua, Coronel Bicaco, Dois Irmãos das Missões, Dom Feliciano, Entre-Ijuís, Espumoso, Eugênio de Castro, Gentil, Giruá, Glorinha, Hulha Negra, Ibirapuitã, Ipê, Inhacorá, Jaguarí, Jaquirana, Lagoa Vermelha, Mariana Pimentel, Mormaço, Nova Esperança do Sul, Osório, Palmeira das Missões, Parobé, Pedro Osório, Pinhal Grande, Rio Pardo, Salto do Jacuí, Santa Maria, Santiago, Santo Ângelo, Santo Augusto, São Francisco de Paula, São Luiz Gonzaga, São Miguel das Missões e Soledade, Tramandaí, Triunfo, Tupanci do Sul, Vila Nova do Sul;

- Compõem o grupo 16 os municípios de Alecrim, Alegria, Alto

Feliz, Áurea, Bom Progresso, Brochier, Iraí, Itatiba do Sul, Jaboticaba, Morro Reuter, Muliterno, Novo Barreiro, Novo Tiradentes, Palmitinho, Paverama, Pinhal, Pinheirinho do Vale, Rodeio Bonito, São Leopoldo, São Paulo das Missões, São Vendelino, Sapucaia do Sul, Seberi, Segredo, Tenente Portela, Três Cachoeiras, Três Coroas, Três Passos e Vicente Dutra;

•Compõem o grupo 17 os municípios de André da Rocha, Bagé, Butiá, Caçapava do Sul, Cambará do Sul, Candiota, Encruzilhada do Sul, Garruchos, Herval, Itacurubi, Lavras do Sul, Manoel Viana, Pinheiro Machado, Piratini, Esmeralda, Quaraí, Quevedos, Rosário do Sul, Santana da Boa Vista, Santana do Livramento, Santo Antônio das Missões, São José dos Ausentes, São Martinho da Serra, São Nicolau, Tupanciretã, Vacaria e Xangri-lá;

•Compõem o grupo 18 os municípios de Braga, Canguçu, Dezesseis de Novembro, Faxinalzinho, Fontoura Xavier, Gramado dos Loureiros, Guaporé, Itapuca, Lagoão, Machadinho, Marcelino Ramos, Mariano Moro, Mata, Maximiliano de Almeida, Nonoai, Pirapó, Porto Vera Cruz, Riozinho, Roque Gonzales, Santo Antônio da Patrulha, São Francisco de Assis, São Jerônimo, São José do Norte, São Pedro do Sul, São Valério do Sul, Taquara, Taquari, Tavares, Três Palmeiras, Tunas e Vitória das Missões;

•Compõem o grupo 19 os municípios de Alpestre, Ametista do Sul, Barra do Guarita, Cerro Grande, Erval Grande, Erval Seco, Lajeado do Bugre, Liberato Salzano, Miraguaí, Morrinhos do Sul, Planalto, Porto Xavier, Redentora, Rio dos Índios, Sagrada Família, São José das Missões, São José do Herval, São Valentim, Tiradentes do Sul, Torres, Três Forquilhas e Trindade do Sul.

Apêndice

Neste apêndice é apresentado um exemplo para melhor compreensão do procedimento para a consecução da Tabela 4.

Adota-se, neste exemplo, o caso do grupo 02, constituído pelos municípios de Porto Alegre e Salvador do Sul.

Como já frisado no item 2.1, os escores fatoriais, ou seja, o valor dos fatores obtidos para cada município do Estado, são gerados diretamente através de *softwares* especializados em análise estatística multivariada, e são utilizados para agrupar o municípios em grupos homogêneos e para efetuar o cálculo dos escores fatoriais médios. Esses valores para os municípios de Porto Alegre e Salvador do Sul são apresentados abaixo:

Tabela 5. Escores fatoriais e valor da produção¹⁶ dos municípios de Porto Alegre e Salvador do Sul

Município (i)	F_1^i	F_2^i	F_3^i	F_4^i	Valor da Produção ¹⁶
Porto Alegre	5,58037	4,11379	1,02248	-2,63038	20.912
Salvador do Sul	5,55347	3,18815	-0,95162	-1,94701	33.262
Total					54.174

Fonte: (a) Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa utilizando-se da estatística multivariada e (b) censo agropecuário 95-96 do IBGE.

De posse dessas informações sobre o grupo 02, utiliza-se a Equação 17 para calcular¹⁷ os escores fatoriais médios (\bar{F}'_1 , \bar{F}'_2 , \bar{F}'_3 e \bar{F}'_4) do do grupo, conforme segue:

$$\bar{F}'_{1,2} = 5,58037 \times \frac{20.912}{54.174} + 5,55347 \times \frac{33.262}{54.174} \quad \bar{F}'_{1,2} = 5,564$$

$$\bar{F}'_{2,2} = 4,11379 \times \frac{20.912}{54.174} + 3,18815 \times \frac{33.262}{54.174} \quad \bar{F}'_{2,2} = 3,545$$

$$\bar{F}'_{3,2} = 1,02248 \times \frac{20.912}{54.174} + (-0,95162) \times \frac{33.262}{54.174} \quad \bar{F}'_{3,2} = -0,190$$

$$\bar{F}'_{4,2} = (-2,63038) \times \frac{20.912}{54.174} + (-1,94701) \times \frac{33.262}{54.174} \quad \bar{F}'_{4,2} = -2,211$$

¹⁶ Valores em mil Reais, conforme a Tabela 10 do censo agropecuário 1995-1996 do Estado do Rio Grande do Sul, disponível no endereço eletrônico do IBGE.

¹⁷ O valor utilizado no quociente se refere à soma do valor da produção dos municípios que compõem o grupo considerado.

O valor do índice bruto do grupo é obtido diretamente através da média aritmética desses escores fatoriais médios encontrados. Assim o índice bruto do grupo 02 é dado por:

$$\text{Índice Bruto}_{\text{grupo02}} = \frac{[5,564 + 3,345 + (-0,190) + (-2,211)]}{4}$$

$$\text{Índice Bruto}_{\text{grupo02}} = 1677$$

O mesmo procedimento foi adotado para os demais grupos.